

METHOD FOR AUTOMATICALLY CONTROLLING A TRANSMISSION BRAKE OF AN AUTOMATIC TRANSMISSION CONFIGURED AS A COUNTERSHAFT TRANSMISSION

Patent number: WO2004070232

Publication date: 2004-08-19

Inventor: STEINBORN MARIO (DE); KALTHOFF RUDOLF (DE); BACHMANN VOLKER (DE); KRAMER RUPERT (DE)

Applicant: ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN (DE); STEINBORN MARIO (DE); KALTHOFF RUDOLF (DE); BACHMANN VOLKER (DE); KRAMER RUPERT (DE)

Classification:

- **International:** F16H3/12; F16H61/04

- **European:** F16H61/04B

Application number: WO2004EP00863 20040131

Priority number(s): DE20031005254 20030208

Also published as:

EP1590581 (A1)

DE10305254 (A1)

Cited documents:

US3834499

US5425689

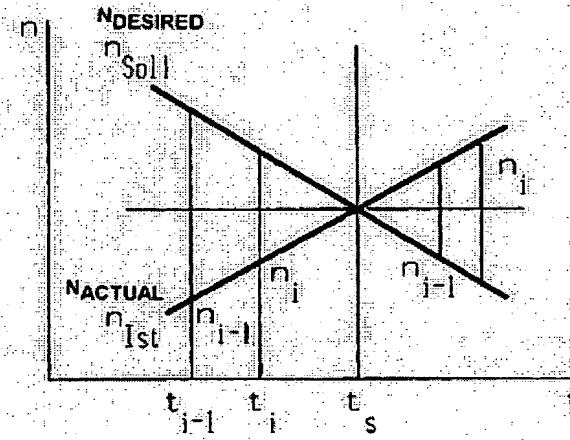
DE19652916

EP0947741

Report a data error here

Abstract of WO2004070232

The invention relates to a method for automatically controlling a transmission brake of an automatic transmission that is configured as a countershaft transmission. Said transmission brake reduces the speed of a countershaft of the transmission during an upshifting action to such an extent that it corresponds to the synchronized speed or approximates said speed to a defined degree at the clutch-engaging time. In the automatic control of the transmission, the brake gradient of the countershaft speed or transmission input shaft speed and the transmission output shaft speed is taken into consideration. In order to improve upshifting actions, the gradient of the transmission output shaft speed is also evaluated to automatically control the transmission brake.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 103 05 254 A1 2004.08.19

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 103 05 254.2

(51) Int Cl.⁷: F16H 61/02

(22) Anmeldetag: 08.02.2003

F16H 63/40

(43) Offenlegungstag: 19.08.2004

(71) Anmelder:

ZF FRIEDRICHSHAFEN AG, 88046
Friedrichshafen, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu
ziehende Druckschriften:

DE 195 44 516 C2

DE 196 52 916 A1

DE 100 23 053 A1

(72) Erfinder:

Steinborn, Mario, Dipl.-Ing., 88045
Friedrichshafen, DE; Kalthoff, Rudolf, Dipl.-Ing.,
88250 Weingarten, DE; Bachmann, Volker, Dr.,
88097 Eriskirch, DE; Kramer, Rupert, Dipl.-Ing.,
88048 Friedrichshafen, DE

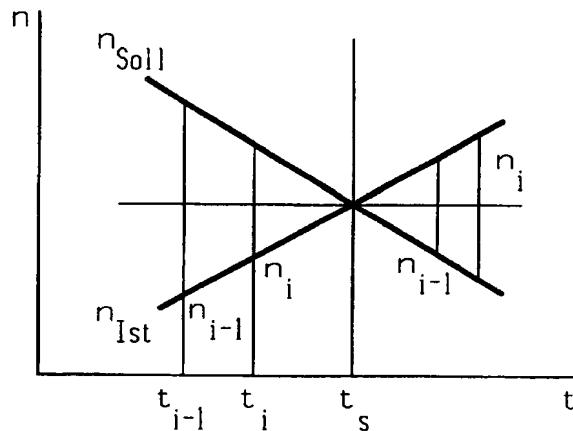
Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: Verfahren zur Steuerung und Regelung einer Getriebebremse eines als Vorgelegegetriebe ausgebildeten Automatgetriebes

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung und Regelung einer Getriebebremse eines als Vorgelegegetriebe ausgebildeten Automatgetriebes, mit der die Drehzahl einer Vorgelegewelle des Getriebes bei einem Hochschaltvorgang derartig abbremsbar ist, dass diese zum Einkuppelzeitpunkt der Synchrongondrehzahl entspricht oder dieser bis auf einen vorbestimmten Abstand nahe kommt. Zur Steuerung und Regelung der Getriebebremse wird der Bremsgradient der Vorgelegewellen- bzw. Getriebeeingangswellendrehzahl sowie die Getriebeausgangswellendrehzahl berücksichtigt.

Zur Verbesserung von Hochschaltvorgängen ist vorgesehen, dass zur Steuerung und Regelung der Getriebebremse zusätzlich der Gradient der Getriebesausgangswellendrehzahl ausgewertet wird.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung und Regelung des Arbeitsverhaltens einer Getriebebremse eines als Vorgelegegetriebe ausgebildeten Automatgetriebes gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Es ist allgemein bekannt, dass manuelle und automatisierte Schaltgetriebe in der Regel über eine Eingangswelle, eine zur Eingangswelle koaxiale Ausgangswelle und eine Vorgelegewelle verfügen. Der Ganganzahl entsprechend befinden sich auf den Getriebewellen Zahnradpaare, bei denen jeweils ein auf einer Getriebewelle befestigtes Festrad mit wenigstens einem auf einer weiteren Getriebewelle angeordneten Losrad kämmt.

[0003] Bei einem Gangschaltvorgang wird in der Regel eines der Losräder mit seiner Getriebewelle über eine formschlüssig wirkende Koppelvorrichtung drehfest verbunden, die das gesamte Antriebsmoment überträgt. Um große Antriebsmomente mit einfachen, platzsparenden und leicht zu schaltenden Mitteln übertragen zu können, verwendet man vorzugsweise formschlüssige Kupplungen. Während des Schaltvorgangs wird die Zugkraft des Antriebsmotors jedoch mittels einer gesonderten Schalt- und Anfahrkupplung unterbrochen.

[0004] Um solche Getriebe einfach, leicht, stoßfrei, schnell und geräuscharm schalten zu können, müssen die zu schaltenden Teile der Koppelvorrichtungen nahezu die gleiche Drehzahl aufweisen, bevor diese ineinander greifen. Hierzu sind Synchronisationsvorrichtungen vorgesehen, die den antriebsseitigen Teil des Antriebstranges zwischen der Schalt- und Anfahrkupplung und der jeweils zu schaltenden Koppelvorrichtung während der Zugkraftunterbrechungsphase auf eine Drehzahl verzögert bzw. beschleunigt, die durch die Fahrgeschwindigkeit und die Getriebübersetzung des Zielgangs vorgegeben ist. Schaltet man von einem niedrigen Gang in einen höheren Gang, so wird durch diese Synchronisationsvorrichtungen der antriebsseitige Teil des Getriebes verzögert, während dieser bei einem Rückschaltvorgang beschleunigt wird.

[0005] Die üblichen Synchronisationsvorrichtungen verfügen für diese Beschleunigungs- bzw. Abbremsvorgänge über Reibkupplungen in Form von Reibkegeln. Diese müssen nicht das gesamte Antriebsmoment übertragen, sondern nur die Synchronisationsarbeit verrichten, die sich aus dem Trägheitsmoment der rotierenden Massen des antriebsseitigen Teils des Getriebes sowie der reibungsbedingten Schleppmomente ergibt. Sie können daher entsprechend klein dimensioniert sein.

[0006] Üblicherweise ist jeder der formschlüssigen Koppelvorrichtungen eine Synchronisationsvorrichtung zugeordnet. Es ist aber auch möglich, dass eine zentrale Synchronisationsvorrichtung die Synchronisationsarbeit für mehrere oder alle formschlüssigen Koppelvorrichtungen übernimmt.

[0007] Um den Fahrer eines Fahrzeuges von den mit den Schaltvorgängen verbundenen mechanischen Schalt- und Kuppelvorgängen zu entlasten, werden bei automatisierten Schaltgetrieben diese Schalt- und Kuppelvorgänge von hilfskraftbetätigbaren Stellvorrichtungen vorgenommen, die von einer Steuerungs- und Regelungsvorrichtung angesteuert werden.

[0008] Dazu ermittelt eine solche Steuerungs- und Regelungsvorrichtung aus Fahrzeugsensordaten die auf den jeweiligen Schaltvorgang bezogenen Fahrerwünsche und steuert und regelt auf deren Grundlage mittels abgespeicherter Steuerungs- und Regelungsprogramme die Schaltabläufe in dem Getriebe.

[0009] Bei solchen automatisierten Schaltgetrieben ist der Synchronisationsvorgang beispielsweise dadurch steuer- und regelbar, dass bei Rückschaltvorgängen die Drehzahl der Getriebeeingangswelle oder der Vorgelegewelle durch Erhöhen der Motordrehzahl angehoben wird, während bei Hochschaltvorgängen diese antriebsseitigen Wellen des Getriebes abgebremst werden. Zur Durchführung derartiger Abbremsvorgänge verfügen zentral synchronisierte Getriebe üblicherweise über eine Getriebebremse, die mit der Vorgelegewelle mechanisch gekoppelt ist. Derartige Getriebebremsen sind elektrisch, hydraulisch oder aber auch pneumatisch betätigbar, wobei letztere Betätigungsart häufig bei Nutzfahrzeuggetrieben genutzt wird.

Stand der Technik

[0010] So ist aus der DE 196 52 916 A1 ein automatisiertes Schaltgetriebe mit einer hydraulisch oder pneumatisch betätigbaren Getriebebremse bekannt, bei dem letztere auf eine Vorgelegewelle einwirken kann. Die Druckmittelsteuerventile der Getriebebremse werden dazu von einem Mikroprozessor in Abhängigkeit von der gewünschten Schaltart und den sonstigen Fahrbetriebsbedingungen gesteuert.

[0011] Wird beispielsweise ein höherer Gang vorgewählt und muss die Vorgelegewelle zur Synchronisierung abgebremst werden, so wird von dem Mikroprozessor ausgehend von der vorgewählten Übersetzung und von der mittels eines Sensors erfassten Getriebeausgangsdrehzahl eine Solldrehzahl (Synchrongondrehzahl) für die Vorgelegewelle berechnet, bei deren Erreichen die mechanische Kopplung des Zielganglosrades mit dieser Welle erfolgen kann.

[0012] Wegen des in der Regel nur schwer zu regulierenden Luftdrucks sowie anderer wechselnder Umgebungsbedingungen ist die Bremsleistung der Getriebebremse jedoch starken Schwankungen unterworfen. Um das erforderliche Drehzahlfenster, also den vorgegebenen maximalen Abstand der Ist-Drehzahl der Getriebe-

eingangswelle bzw. der von dieser angetriebenen Vorgelegewelle zu der Solldrehzahl für den konkreten Schaltvorgang zu erreichen, wird nach diesem Stand der Technik zusätzlich auch noch der Bremsgradient der Getriebebremse ermittelt und von dem Mikroprozessor bei der Steuerung der Getriebebremse berücksichtigt. Dazu werden die Steuerventile in der Weise von dem Mikroprozessor angesteuert, dass die genannten Sollwertvorgaben und damit die Synchrondrehzahl zum Einrücken der Koppelvorrichtung an dem betroffenen Losrad erreicht wird.

[0013] Leider ist die Synchrondrehzahl keine feste Größe für einen Schaltvorgang, sondern u.a. abhängig von der Fahrbahnneigung, da es während eines Schaltvorgangs bei geöffneter Anfahr- und Schaltkupplung sowie einer Steigung zu einer negativen Fahrzeugbeschleunigung und damit zu einem Abfall der Getriebeausgangsdrehzahl und bei einer Gefälestrecke bei nicht betätigter Betriebsbremse des Fahrzeugs zu einer positiven Fahrzeugbeschleunigung kommt. Diese Einflüsse wurden bei den Steuerungs- und Regelungsverfahren für Getriebebremsen nach dem Stand der Technik bisher nicht berücksichtigt, so dass deren Arbeitsweise eher unvollkommen war.

Aufgabenstellung

[0014] Die Aufgabe an die Erfindung besteht daher darin, die Steuerung und Regelung von Getriebebremsen weiter zu verbessern.

[0015] Die Lösung dieser Aufgabe ergibt sich aus den Merkmalen des Hauptanspruchs, während vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen der Erfindung den Unteransprüchen entnehmbar sind.

[0016] Demnach betrifft die Erfindung die Steuerung und Regelung der Getriebebremse eines als Vorgelegeträger ausgebildeten Automatgetriebes, zu dem eine Getriebeeingangswelle, wenigstens eine von der Getriebeeingangswelle antreibbare Vorgelegewelle und eine Getriebeausgangswelle gehört. Die Getriebeeingangswelle ist über eine Anfahr- und Schaltkupplung mit der Antriebswelle eines Antriebsmotors verbindbar, während die Getriebeausgangswelle über mindestens ein Differentialgetriebe mit zu den Fahrzeugräder führenden Antriebswellen antriebstechnisch in Verbindung steht. Ruf der Getriebeeingangswelle, auf der oder den Vorgelegewellen und/oder auf der Getriebeausgangswelle sind Loszahnräder drehbar gelagert und Festzahnräder drehfest angeordnet, die zumindest paarbildend in Zahneingriff miteinander stehen. Außerdem verfügt ein solches Getriebe über formschlüssige Koppelvorrichtungen, mit deren Hilfe die Losräder bei der Durchführung eines Gangwechsels in der Regel alternativ zueinander mit deren Getriebewelle drehfest verbindbar sind.

[0017] Zudem ist ein derartiges Getriebe mit einer Getriebebremse ausgestattet und mit einem Steuergerät für zumindest diese Getriebebremse signaltechnisch verbunden. Mit Hilfe der Getriebebremse kann die wenigstens eine Vorgelegewelle bei einem Hochschaltvorgang derart abgebremst werden, dass deren Drehzahl zum Einkoppelzeitpunkt der Synchrondrehzahl entspricht oder dieser bis auf einen vorbestimmen Abstand nahe kommt. Dabei wird zur Steuerung und Regelung der Getriebebremse der Bremsgradient der Vorgelegewellendrehzahl sowie die Getriebeausgangswellendrehzahl berücksichtigt.

[0018] Zur Verbesserung eines Getriebehochschaltvorgangs ist nun erfindungsgemäß vorgesehen, dass zusätzlich zu den vorgenannten Größen zur Steuerung und Regelung der Getriebebremse der Gradient der Getriebeausgangswellendrehzahl ausgewertet wird. Durch diese Vorgehensweise wird die Getriebeausgangswellendrehzahl mit der Übersetzung des Zielganges auf die Drehzahl der Vorgelegewelle bezogen, sowie Umwelt- und/oder Fahrstreckeneinflüsse auf den Schaltvorgang besser als bisher berücksichtigt. Insbesondere während des Schaltvorgangs auftretende schnelle Änderungen der Getriebeausgangswellendrehzahl können so in die Steuerung und Regelung der Getriebebremse mit einbezogen werden.

[0019] In einer vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist zudem vorgesehen, dass aus dem Gradient der Getriebeeingangs- bzw. Vorgelegewellendrehzahl und dem Gradient der Getriebeausgangswellendrehzahl ein Summengradient errechnet wird. Dieser Summengradient kann dann zur Berechnung des Abschaltzeitpunktes der Getriebebremse bei Erreichen des Synchronzeitpunktes genutzt werden. Der Abschaltzeitpunkt kann damit auch bei variierenden Getriebebremsreibwerten und sich verändernden Abtriebsdrehzahlgradienten für einen sicheren, schnellen und ruckfreien Schaltvorgang bestimmt werden.

Ausführungsbeispiel

[0020] Die dem erfindungsgemäßen Steuerungs- und Regelungsverfahren zugrunde liegenden mathematisch-physikalischen Zusammenhänge sowie die daraus entwickelten Gleichungen lassen sich anhand der einzigen Zeichnung herleiten und erläutern. In dieser Zeichnung sind die Drehzahlverläufe der Soll-Drehzahl n_{Soll} und der Ist-Drehzahl n_{Ist} der Getriebeeingangswelle bzw. der Vorgelegewelle während eines Rückschaltvorganges vor und nach dem Erreichen des Synchronzeitpunktes t_s dargestellt. Dabei ist der Synchronzeitpunkt als der Zeitpunkt definiert, in dem sich der Soll- und der Ist-Verlauf der Getriebeeingangs- bzw. Vorgelegewellendrehzahl in dieser Darstellung schneiden. Da die Getriebeeingangswelle die Vorgelegewelle des Getriebes in der Regel über eine Festradverzahnung antreibt, sind die Drehzahlen von Getriebeeingangswelle und Vor-

gelegewelle proportional zueinander, so dass es keinen Unterschied macht, ob die Getriebeeingangswellen-drehzahl oder die Vorgelegewellendrehzahl für die Steuerung und Regelung der Getriebebremse genutzt wird. [0021] Wenngleich es bei dem erfindungsgemäßen Verfahren um das Abbremsen einer Getriebewelle bei einem Hochschaltvorgang geht, so lassen sich die grundlegenden Zusammenhänge während eines Getriebeschaltvorgangs auch anhand dieser Darstellung gut verständlich machen.

[0022] Demnach gilt für die Drehzahldifferenz Δn_i zwischen der Soll-Drehzahl n_{Soll} und der Ist-Drehzahl n_{Ist} Getriebeingangs- bzw. Vorgelegewelle zum Zeitpunkt t_i

$$\Delta n_i = n_{\text{Soll}} - n_{\text{Ist}} \quad (\text{Gl. 1})$$

sowie für den oben eingeführten Drehzahlsummengradienten

$$\dot{n} = \frac{\Delta n_i - \Delta n_{i-1}}{t_p} \quad (\text{Gl. 2})$$

mit t_p für eine vorgewählte Abtast- oder Programmzykluszeit.

[0023] Die Drehzahldifferenz Δn zwischen der Soll-Drehzahl n_{Soll} und der Ist-Drehzahl n_{Ist} Getriebeingangs- bzw. Vorgelegewelle beträgt demnach in dem Zeitraum I vor dem Synchronzeitpunkt t_s für eine Rückschaltung $\Delta n_i > 0$, während diese für eine Hochschaltung $n_{\text{Soll}} < n_{\text{Ist}} \Rightarrow \Delta n_i < 0$ ist.

[0024] Demnach ergibt sich für den Drehzahlsummengradient \dot{n} bei einer Rückschaltung ein Wert von

$$|\Delta n_i| < |\Delta n_{i-1}| \Rightarrow \dot{n} < 0 \quad (\text{Gl. 3})$$

und bei einer Hochschaltung von

$$|-\Delta n_i| < |-\Delta n_{i-1}| \Rightarrow \dot{n} > 0 \quad (\text{Gl. 4})$$

[0025] Für die Drehzahlverhältnisse im Zeitraum II nach dem Synchronzeitpunkt t_s gelten dagegen die Gleichungen

$$\Delta n_i < 0 \quad (n_{\text{Soll}} < n_{\text{Ist}}) \quad (\text{Gl. 5})$$

für eine Rückschaltung, und

$$\Delta n_i > 0 \quad (\text{Gl. 6})$$

für eine Hochschaltung.

[0026] Daher hat der Drehzahlsummengradient \dot{n} bei einer Rückschaltung im Zeitraum II nach dem Synchronzeitpunkt t_s ein Wert von

$$|-\Delta n_i| < |-\Delta n_{i-1}| \Rightarrow \dot{n} < 0 \quad (\text{Gl. 7})$$

und bei einer Hochschaltung von

$$|\Delta n_i| < |\Delta n_{i-1}| \Rightarrow \dot{n} > 0 \quad (\text{Gl. 8})$$

[0027] Der Synchronzeitpunkt t_s lässt sich aus dem Quotienten der Drehzahldifferenz Δn_i zwischen der Soll-Drehzahl n_{Soll} und der Ist-Drehzahl n_{Ist} Getriebeingangs- bzw. Vorgelegewelle und dem Drehzahlsummengradient \dot{n} errechnen, so dass für den Synchronzeitpunkt gilt

$$t_s = \frac{\Delta n_i}{\dot{n}} \quad (\text{Gl. 9})$$

[0028] Eine Umformung auf zeitlich diskrete Schritte i für die Programmierung eines Steuerungs- und Regelungsgerätes ergibt für den Drehzahlsummengradient \dot{n}

$$\frac{\Delta n_i}{\Delta n_{i-1}} = \frac{t_{s_i}}{t_{s_{i-1}}} \Rightarrow \dot{n} = \frac{\Delta n_i}{t_{s_i}} = \frac{\Delta n_{i-1}}{t_{s_{i-1}}} \quad (\text{Gl. 10})$$

in der t_{s_i} für den Zeitraum vom Zeitpunkt t_i bis zum Synchronzeitpunkt t_s steht.

[0029] Durch Umformung von Gleichung (Gl. 10) unter Nutzung von Gleichung (Gl. 2) gelangt man zu der

Gleichung

$$t_p = t_{Si} - t_{Si-1} = \frac{\Delta n_i}{n} - \frac{\Delta n_{i-1}}{n} = \frac{\Delta n_i - \Delta n_{i-1}}{n} \quad (\text{Gl. 11})$$

die sich in die Gleichung für den Drehzahlsummengradient \dot{n}

$$\dot{n} = \frac{\Delta n_i - \Delta n_{i-1}}{t_p} \quad (\text{Gl. 12})$$

umwandeln lässt. Darin kann für eine konkrete Programmierung eine Programmzykluszeit t_p von vorzugsweise 10 ms vorgesehen sein. In einem solchen Fall ist der Drehzahlsummengradient \dot{n} normiert mit $t_p = 10 \text{ ms}$, was dem Wert $t_p = 1$ entspricht bzw. mit bei einer überlappenden Berechnung bei $t_p = 20 \text{ ms}$ zu einem Wert $t_p = 2$ führt.

[0030] Zudem ergibt sich der Zeitraum t_{Si} vom Zeitpunkt t_i bis zum Synchronzeitpunkt t_s durch die Gleichung

$$t_{Si} = \frac{\Delta n_i}{n} = k * t_p \quad (\text{Gl. 13})$$

mit k für die Anzahl der Programmzyklen bis zum Erreichen des Synchronzeitpunktes t_s .

[0031] Die konkreten Ausführungsschritte in einem solchen Steuerungsprogrammablauf folgen dabei vorzugsweise folgender Reihenfolge:

a. Bilden der Drehzahldifferenz Δn zwischen Soll- und Ist-Drehzahl zum Zeitpunkt t_i :

$$\Delta n = (n_{\text{Soll}} - n_{\text{Ist}}) \quad (\text{Gl. 14})$$

b. Überlappende Berechnung des Drehzahlsummengradienten mit einer Programmzykluszeit $t_p = 20 \text{ ms}$:

$$\dot{n} = \frac{\Delta n_i - \Delta n_{i-2}}{2} \quad (\text{Gl. 15})$$

c. Zwischenspeicherung der Drehzahldifferenzen für den nächsten Berechnungslauf:

$$\Delta n_{i-2} = \Delta n_{i-1} \quad (\text{Gl. 16})$$

$$\Delta n_{i-1} = \Delta n_i \quad (\text{Gl. 17})$$

d. Errechnen der Zeitspanne bis zum Erreichen des Synchronzeitpunktes t_s sowie der dazu notwendigen Programmzyklen:

$$t_{Si} = \frac{\Delta n_i}{n} \rightarrow k * t_p \quad (\text{Gl. 18})$$

und

e. Betätigen der Getriebebremse bis zum Erreichen des Synchronzeitpunktes t_s oder eines vorbestimmten Abstandes zu diesem Synchronzeitpunkt t_s .

Bezugszeichenliste

n	Drehzahl
n_{soll}	Solldrehzahl der Vorgelege- bzw. Getriebeeingangswelle während der Schaltung
n_{ist}	Istdrehzahl der Vorgelege- bzw. Getriebeeingangswelle während der Schaltung
n_i	Drehzahl zum Zeitpunkt t_i
Δn_i	Drehzahldifferenz zwischen Soll und Ist-Drehzahl zum Zeitpunkt t_i
t	Zeit
t_i	Zeitpunkt
t_p	Programm-Zykluszeit
t_s	Zeitpunkt, zu dem sich Soll- und Ist-Drehzahl-verlauf schneiden (Synchronzeitpunkt)
t_{si}	Zeit vom Zeitpunkt t_i bis zum Synchronpunkt t_s
\dot{n} :	Drehzahlsummengradient

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung und Regelung einer Getriebebremse eines als Vorgelegegetriebe ausgebildeten Automatgetriebes, mit einer Getriebeeingangswelle, mit mindestens einer von der Getriebeeingangswelle antreibbaren Vorgelegewelle und mit einer Getriebeausgangswelle, bei dem auf der Getriebeeingangswelle, auf der Vorgelegewelle und/oder auf der Getriebeausgangswelle Loszahnräder drehbar gelagert und/oder Festzahnräder drehfest angeordnet sind, die zumindest paarbildend in Zahneingriff miteinander stehen, wobei die Losräder zur Durchführung eines Gangwechsels mittels Koppelvorrichtungen mit ihrer Getriebewelle drehfest verbindbar sind, sowie mit einer Getriebebremse und einem Steuergerät zum Steuern und Regeln zumindest dieser Getriebebremse, mit der die Vorgelegewelle bei einem Hochschaltvorgang derartig abbremsbar ist, dass deren Drehzahl zum Einkoppelzeitpunkt der Synchrondrehzahl entspricht oder dieser bis auf einen vorbestimmen Abstand nahe kommt, wobei zur Steuerung und Regelung der Getriebebremse der Bremsgradient der Vorgelegewellen- bzw. der Getriebeeingangswellendrehzahl sowie die Getriebeausgangswellendrehzahl berücksichtigt werden, dadurch gekennzeichnet, dass zur Steuerung und Regelung der Getriebebremse zusätzlich der Gradient der Getriebeausgangswellendrehzahl ausgewertet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass aus dem Gradient der Vorgelegewellen- bzw. Getriebeeingangswellendrehzahl und dem Gradient der Getriebeausgangswellendrehzahl ein Summengradient errechnet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass sich der Drehzahlsummengradient \dot{n} errechnen lässt mit der Gleichung

$$\dot{n} = \frac{\Delta n_i - \Delta n_{i-1}}{t_p} \quad (\text{Gl. 19})$$

mit t_p für die Programmzykluszeit und Δn_i für die Drehzahldifferenz zwischen Soll- und Ist-Drehzahl der Vorgelege- oder Getriebeeingangswellendrehzahl zum Zeitpunkt t_i .

4. Verfahren nach wenigstens einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass aus dem Drehzahlsummengradienten \dot{n} der Abschaltzeitpunkt für die Getriebebremse zum Erreichen der Synchrondrehzahl ermittelt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Abschaltzeitspanne bis zum Erreichen der Synchrondrehzahl errechenbar ist mit der Gleichung

$$t_{\text{si}} = \frac{\Delta n_i}{\dot{n}} = k * t_p \quad (\text{Gl. 20})$$

mit k für die Anzahl der Programmzyklen.

6. Verfahren nach wenigstens einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Programmablauf für ein die Getriebebremse ansteuerndes Steuerungs- und Regelungsgerät folgende Schritte aufweist:

a. Bilden der Drehzahldifferenz Δn_i zwischen Soll- und Ist-Drehzahl zum Zeitpunkt t_i :

$$\Delta n_i = (n_{\text{Soll}} - n_{\text{Ist}}), \quad (\text{Gl. 21})$$

)

b. Überlappende Berechnung des Drehzahlsummengradienten:

$$\overset{\circ}{n} = \frac{\Delta n_i - \Delta n_{i-2}}{2}, \quad (\text{Gl. 22})$$

c. Zwischenspeicherung der Drehzahldifferenzen für den nächsten Berechnungslauf:

$$\Delta n_{i-2} = \Delta n_{i-1} \quad (\text{Gl. 23})$$

$$\Delta n_{i-1} = \Delta n_i, \quad (\text{Gl. 24})$$

d. Errechnen der Zeitspanne bis zum Synchronzeitpunkt und Berechnen der Anzahl der Programmzyklen:

$$t_{si} = \frac{\Delta n_i}{\overset{\circ}{n}} \rightarrow k * t_p \quad (\text{Gl. 25})$$

und

e. Betätigen der Getriebebremse bis zum Erreichen des Synchronzeitpunktes t_s oder eines vorbestimmten Abstandes zu diesem Synchronzeitpunkt t_s .

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

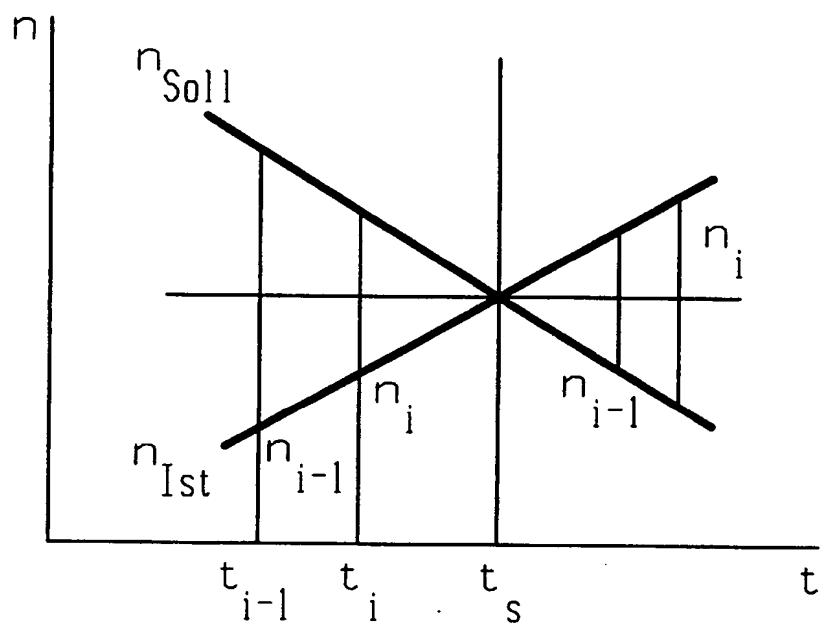


Fig.

THIS PAGE BLANK (USPTO)